

## Effects of different processing parameters of mobile DR on image quality of bedside chest radiography

GUO Zhe, WU Wenjuan, YU Baohai, ZHANG Zuzhuo, YUAN Yuling, MENG Hui, WU Hui Zhao\*

(Department of Radiology, Third Hospital of Hebei Medical University, Shijiazhuang 050051, China)

**[Abstract]** **Objective** To explore the effects of different processing parameters of mobile digital radiography (DR) on image quality of bedside chest radiography. **Methods** Post processing parameter on 150 cases bedside DR chest image like multi-frequency laplace transform (MLT), image processing (IP) were modified, and the optimization scheme of post-processing parameters were analyzed and summarized. The paired sample *t* test was used to compare the difference of the imaging quality score and optical density between the default parameter group and the post-processing parameter optimization group through measure the optical density of lung related area. **Results** Brightness, contrast and the low density in dynamic range were the main factors affecting the quality of bedside chest radiography. After modifying and optimizing the post-processing parameters, the density value of the second intercostal area was  $1.68 \pm 0.04$ , the density value of the hilum was  $0.77 \pm 0.46$ , the density value of pulmonary peripheral (near chest wall 1 cm and overlap with a single rib) was  $0.62 \pm 0.06$ , the density value of cardiac shadow was  $0.44 \pm 0.04$ , the density value of subphrenic was  $0.37 \pm 0.04$ , the lung markings was clearly showed in the lateral field of lung and was visible in the spine and heart shadow area which meet the diagnostic requirement. The density value of those parts before modify were lower than the modify value which was more closer to the reference density value, and the difference had statistically significant. The image quality score of the post-processing parameter optimization group was  $3.53 \pm 0.14$ , which was higher than  $3.02 \pm 0.23$  of the default parameter group, and the difference had statistically significant. **Conclusion** The appropriate post-processing parameters is the key to guarantee the reasonable density of lung areas image quality and the optimization post-processing parameter can improve the image quality of bedside chest radiography by the mobile DR.

**[Key words]** Thoracic disease; Optical density; Image quality; Radiography

**DOI:**10.13929/j.1003-3289.201701137

## 移动 DR 后处理参数对床旁胸片影像质量的影响

郭 哲, 吴文娟, 于宝海, 张祖卓, 袁玉玲, 孟 辉, 吴慧钊\*

(河北医科大学第三医院放射科, 河北 石家庄 050051)

**[摘要]** **目的** 探讨移动数字化 X 摄影(DR)不同后处理参数对床旁胸片影像质量的影响。**方法** 对 150 幅床旁胸片图像进行多频拉普拉斯变换(MLT)、图像处理(IP)等后处理参数调整, 分析总结后处理参数的优化方案。测量肺部相关区域光学密度值, 以配对样本 *t* 检验比较出厂设置默认参数与后处理参数优化肺部相关区域光学密度值的差异和图像质量评分的差异。**结果** 亮度、对比度以及动态范围中的低密度参数对床旁胸片图像质量影响较大。调整并优化后处理参数后, 胸部第 2 肋间区域密度值为  $1.68 \pm 0.04$ , 肺门密度值为  $0.77 \pm 0.46$ , 肺周边部密度(近胸壁 1 cm 处与单肋骨重叠处)值为  $0.62 \pm 0.06$ , 心影密度值为  $0.44 \pm 0.04$ , 膈下密度值为  $0.37 \pm 0.04$ , 两肺野外带纹理清晰显示, 脊柱和心影后区肺纹理可见, 符合诊断学要求。第 2 肋间、肺门、肺周边部、心影部、膈下部均为调整前密度值小于调整后密度值, 差异有

**[基金项目]** 河北省卫计委医学科学研究重点课题(ZD20140164)。

**[第一作者]** 郭哲(1978—), 男, 河北新乐人, 学士, 主管技师。研究方向: 医学影像技术。E-mail: 1733854098@qq.com

**[通信作者]** 吴慧钊, 河北医科大学第三医院放射科, 050051。E-mail: wuhui Zhao2004@sina.com

**[收稿日期]** 2017-01-26 **[修回日期]** 2017-05-19

统计学意义,且调整后的密度值均较调整前接近参考密度值;优化后处理参数后所得影像质量评分为(3.53±0.14)分,高于优化前(3.02±0.23)分,差异有统计学意义。**结论** 适合的后处理参数值是保证移动 DR 床旁胸片肺部各区域合理密度值的关键,优化后处理参数可提高移动 DR 床旁胸片的影像质量。

**[关键词]** 胸部疾病;光学密度;图像质量;放射摄影术

**[中图分类号]** R814.41; R561 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2017)07-1085-05

移动数字化 X 摄影(digital radiography, DR)由于成像速度快、图像质量好、量子检测效率高<sup>[1-2]</sup>以及强大的后处理功能在床旁胸部检查中发挥了重要作用。影响床旁 DR 胸片图像质量的主要因素是后处理参数<sup>[3]</sup>,评价床旁 DR 胸片质量包括视觉主观评价和物理学客观评价<sup>[4]</sup>。本研究通过对后处理参数调整前、后的图像质量进行主、客观评价,以探讨不同后处理参数值的选择和匹配对床旁胸片各解剖区域光学密度值以及图像质量的影响,旨在寻求提高移动 DR 床旁胸片影像质量的适宜后处理参数值。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 收集 2016 年 2 月—10 月在我院接受床旁 DR 检查的成人患者 150 例,其中男 80 例,年龄 25~75 岁,平均(67.2±7.1)岁,胸部体厚 20~26 cm,女 70 例,年龄 28~76 岁,平均(38.3±2.2)岁,胸部体厚 22~28 cm。

**1.2 仪器与方法** 采用赛德柯移动数字化 X 线摄影系统(佳能操作及后处理软件),Canon CXDI-55G 钨氧化钷平板探测器,成像范围 14×17 英寸,像素尺寸 160 μm,经河北省计量监督检测院检测合格。锦源 JY-2230 放射医学影像工作站(软件 V1.0);佳能固定聚焦式滤线栅,栅焦距 110 cm、栅比 12:1、栅密度 40 L/cm;胶片为 Carestream DVB+ 医用红外激光胶片,使用锐珂 Dry View 6850 激光洗相机打印。

150 例患者均为非常规摄影<sup>[5]</sup>,采取高千伏胸部摄影技术。患者取仰卧前后正位或半卧位投照,中心线对准第 6 胸椎垂直入射;根据赵永霞等<sup>[6]</sup>推荐的摄影条件,以不同患者的胸部体厚为依据选择适宜的管电压、管电流值。本组男、女患者摄影条件分别为 100 kV、3 mAs 和 110 kV、3 mAs;摄影距离为 110 cm,采集图像后进行后处理参数调整;使用铅衣、铅眼镜、铅围脖分别对患者盆腔区(性腺)、眼睛、甲状腺区进行防护。

**1.3 图像质量主观评分标准** 胸部图像质量评分内容参考《中华人民共和国卫生行业标准》WS/T389-2012:①肺野部血管影(肺纹理)自肺门向肺野外带能连续追踪;并且清晰可见直径 2 mm 的血管影像;②清

晰可见气管和邻近的支气管、横膈和双侧肋膈角、心脏和主动脉边缘;可见横膈以上完整胸廓结构;可见心影后肺野及脊柱;③影像密度和对比度良好,无运动伪影及栅切割伪影。根据影像质量控制的影像显示标准评分<sup>[7]</sup>:1 分,结构影像显示不清;2 分,结构影像隐约可见;3 分,结构影像可见;4 分,结构影像清晰可见。

**1.4 肺部光学密度测量** 采用美国 X-rite 341c 光学密度计,依据《中华人民共和国卫生行业标准》WS/T389-2012 对胸片肺野第 2 前肋间最高密度、肺门密度(背景均匀无骨骼重叠处)、肺周边部密度(近胸壁 1 cm 处与单肋骨重叠处)、心影部密度(左心影内肺纹理处)、膈下部密度(肝肺重叠部)进行测定。

**1.5 后处理参数的调整** 主要对多频拉普拉斯变换(multi-frequency laplacian transform, MLT)、图像处理(image processing, IP)参数和动态范围的调节。①分度曲线(LUT):包括自动调整和 REX 调整,曲线形状有“胸部”和“胸部#2”两种。②亮度和对比度:亮度范围 1~29,调节图像整体明暗亮度,其数值越大,图像越暗。对比度范围 1~29,调节图像整体对比度,其数值越大,图像对比度越强。③增强处理包括:边缘增强,范围 1~10;边缘频率,范围 1~10;对比度增加,范围 1~10。可强调曝光图像的边缘细节与局部对比度而提高清晰度。④噪音滤过:范围 0~10,可以使图像的噪点减少,尤其是曝光条件不足的图像。⑤动态范围:主要调节图像中过亮或过暗的区域,包括高密度和低密度。高、低密度范围 1~19,高密度数值减小,图像中过暗区域变亮;低密度数值增大,图像中过亮区域变暗。

最优化的后处理参数:IP 参数(LUT 选择自动调整,曲线形状为“胸部#2”),亮度 18、对比度 9,MLT(s)频率中增强处理(边缘增强为 3、边缘频率为 3、对比度增加为 7),噪音滤过效果为 0~3,动态范围(最高密度为 9,最低密度为 7),调整高级处理中的 Gamma 值为 1.0~1.7。

**1.6 统计学分析** 采用 SPSS 17.0 统计分析软件。以配对样本 *t* 检验比较出厂设置默认参数与后处理参数优化肺部相关区域光学密度值及影像质量主观评分的差异;将参数调整前后的密度值分别与参考密度值

相减,对其差取绝对值以配对样本 *t* 检验比较出厂设置默认参数与后处理参数优化组肺部相关区域光学密度值与参考密度值的差距。  $P < 0.05$  差异有统计学意义。

## 2 结果

对 150 幅胸部图像进行亮度、对比度与低密度等主要后处理参数的调整,并对胸部相关区域进行光学密度测定:①随着亮度数值增加,胸部图像变暗,密度相应增加;对比度数值增加,组织间对比增高,图像层次减少,反之亦然。设置亮度为 17~19、对比度为 7~9、低密度为 7~8 时,胸部第 2 肋间区域密度值为  $1.68 \pm 0.04$ ,肺门密度值为  $0.77 \pm 0.46$ ,肺周边部(近胸壁 1 cm 处与单肋骨重叠处)密度值为  $0.62 \pm 0.06$ ,心影部密度值为  $0.44 \pm 0.04$ ,膈下密度值为  $0.37 \pm$

$0.04$ ,两肺野外带纹理清晰显示,脊柱和心影后区肺纹理可见,符合胸部图像质量要求(图 1A)。②当亮度为 20~23、对比度为 10~13、低密度为 9~11 时,胸部第 2 肋间区域密度值为  $1.8 \pm 0.02$ ,肺门密度值为  $0.85 \pm 0.24$ ,肺周边部密度(近胸壁 1 cm 处与单肋骨重叠处)值为  $0.73 \pm 0.02$ ,心影部密度值为  $0.55 \pm 0.03$ ,膈下密度值为  $0.5 \pm 0.02$ ,两肺野偏黑,肺野外带纹理消失,脊柱和心影后区肺纹理不可见(图 1B)。③当亮度为 14~16、对比度为 5~6、低密度为 5~6,胸部第 2 肋间区域密度值为  $1.37 \pm 0.02$ ,肺门密度值为  $0.50 \pm 0.18$ ,肺周边部密度(近胸壁 1 cm 处与单肋骨重叠处)值为  $0.40 \pm 0.03$ ,心影部密度值为  $0.25 \pm 0.02$ ,膈下部密度值为  $0.2 \pm 0.01$ ,两肺野偏白,肺野外带纹理显示不清,脊柱和心影后区肺纹理不可见(图 1C)。

表 1 出厂设置默认与优化后后处理参数对肺部各区域光学密度值的比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	第 2 肋间	肺门	肺周边部	心影部	膈下部
调整前密度值	$1.48 \pm 0.22$	$0.60 \pm 0.16$	$0.47 \pm 0.16$	$0.32 \pm 0.10$	$0.27 \pm 0.08$
调整后密度值	$1.68 \pm 0.04$	$0.77 \pm 0.46$	$0.62 \pm 0.06$	$0.44 \pm 0.04$	$0.37 \pm 0.04$
<i>t</i> 值	-2.74	-3.44	-2.61	-4.97	-2.74
<i>P</i> 值	0.02	0.01	0.03	0.01	0.01

表 2 后处理参数调整前、后肺部各区域密度值与参考值差的绝对值比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	第 2 肋间	肺门	肺周边部	心影部	膈下部
调整前密度值与参考密度值的差的绝对值	$0.22 \pm 0.01$	$0.15 \pm 0.03$	$0.18 \pm 0.14$	$0.08 \pm 0.02$	$0.08 \pm 0.03$
调整后密度值与参考密度值的差的绝对值	$0.02 \pm 0.00$	$0.02 \pm 0.01$	$0.03 \pm 0.01$	$0.04 \pm 0.01$	$0.02 \pm 0.00$
<i>t</i> 值	3.74	5.32	4.53	2.17	3.28
<i>P</i> 值	0.01	<0.001	0.01	0.03	0.02

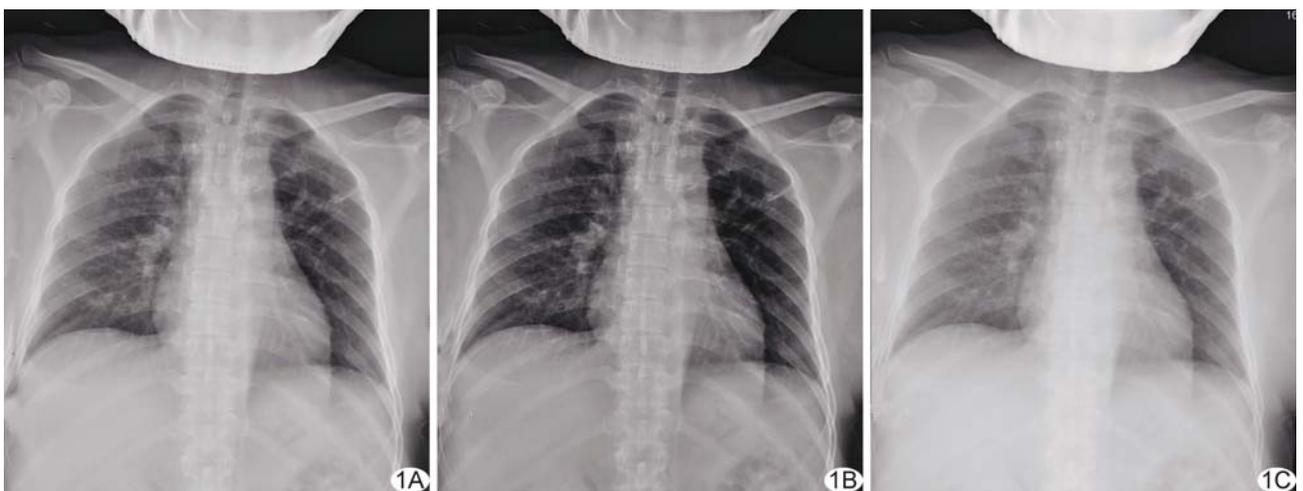


图 1 患者女,53 岁,床旁 DR 胸部前后位图像 A. 调整亮度为 18、对比度为 8、低密度为 8,图像质量符合胸片要求,肺部各区域密度值均在参考值范围; B. 调整亮度为 23、对比度为 12、低密度为 11,两肺野“发黑”,肺部各区域密度值均大于参考值; C. 调整亮度为 14、对比度为 5,低密度为 5,两肺野“发白”,透亮度低,肺部各区域密度值均小于参考值

胸部第 2 肋间、肺门、肺周边部、心影部、膈下部后处理参数调整前密度值小于调整后密度值, 差异有统计学意义(表 1); 图像后处理参数调整后的密度值均较调整前接近参考密度值(表 2); 后处理参数调节前、后对影像质量影响的主观评价: 后处理参数优化所得影像质量评分为(3.53±0.14)分, 高于出厂设置默认参数评分[(3.02±0.23)分,  $t=47.53, P<0.05$ ]。

### 3 讨论

移动 DR 集成 X 线摄影、影像信息采集、数据处理、影像显示等技术, 具有可移动、即时显示、图像远程传输等优点, 特别适用于病房、急诊室、手术室等的急诊和/或行动不便患者。相对于 CR 和传统屏—片系统, 移动 DR 数字化成像链简化、紧凑, 高效, 质量稳定可靠, 设备故障率低, 一台设备即可独立执行 X 线检查任务, 目前在各级医院已迅速普及。胸部床旁摄影是移动 DR 工作的重要内容, 床旁胸片检查的患者多病情较重、活动受限且不能配合检查, 摄影体位多采用非常规胸部仰卧或半卧前后位, 加之靶片距较常规摄影短, 不能达到 180 cm, 造成心影对肺组织遮挡较常规摄影后前位多。若干因素均对移动 DR 床旁胸片的成像质量产生不利影响, 故需使用适宜的 DR 成像技术来获得高质量的床旁胸片。

由于肋骨、心脏、纵隔与肺组织的密度相差较大, 其中 1/3 的肺组织被这些高原子序数、高密度器官和组织遮盖, 如果使用常规千伏摄影(90 kV 以下), X 线衰减与物质的原子序数、密度、厚度相关, 纵隔、心脏、膈肌和肋骨等与肺组织重叠处的信息被遮挡而不能清晰显示。本研究应用胸部高千伏摄影技术, 利用康普顿散射效应使组织间对比度降低, 透过高原子序数、高密度器官和组织能显示被遮挡的肺组织, 组织层次丰富, 影像信息量大大地增加。胸部高千伏技术的曝光量(mAs)也远小于常规胸部 X 线摄影, 可大幅降低卧床患者所接受的辐射剂量<sup>[8-9]</sup>, 较短的曝光时间有利于床旁躁动患者的急诊检查。本研究使用的摄影条件参考了赵永霞等<sup>[6]</sup>的胸部 DR 高千伏摄影研究结果, 因为随着管电压的增加体表入射剂量降低, 但信噪比也随之下降, DR 胸部高千伏摄影应根据患者不同体厚选择不同的管电压<sup>[6,8]</sup>, 而不是一个固定值。本组患者胸部体厚为 20~24 cm 时, 摄影条件为 100 kV、3 mAs; 胸部体厚为 25~28 cm 时, 摄影条件为 110 kV、3 mAs, 使辐射剂量与图像质量达到最佳平衡。

本研究发现, DR 后处理参数值的选择和匹配影

响床旁胸片肺部各区域密度值和图像质量<sup>[10]</sup>。本研究移动 DR 配备佳能平板探测器及操作系统, 其中有多项后处理参数可供调整, IP 参数中的亮度、对比度与图像的灰度表现相关, 对肺部的光学密度影响最大, 其亮度控制图像的明暗程度, 数值增大图像逐渐变黑、密度相应增大, 反之变小; LUT 是像素灰度值的映射表, 其将实际采样到的像素灰度值经过一定的变换如阈值、反转、对比度调整、线性变换等, 变成另一个与之对应的灰度值, 这样可起到突出图像的有用信息、增强图像对比度的作用, 常规选择自动调整, 曲线形状为“胸部#2”; 增强参数(边缘增强、边缘频率、对比度增加)主要是对肺部细节及局部对比度的调整, 为保证胸部图像细节的真实显示, 这些参数值不能调整过高, 一般取值 0~3; 动态范围中的低密度参数与心影、纵隔和横膈重叠的肺纹理显示及整体图像质量密切相关, 如果低密度值过高图像变灰、对比度降低, 即使亮度、对比度值合适, 肺部光学密度值及图像质量均不符合诊断要求。

本研究低密度和高密度参数值分别设置为 7 和 9, 当亮度值为 20~23、对比度值为 10~13 时, 两肺野整体偏黑, 肺纹理显示不清, 肺部各区域密度值超过正常值范围。当亮度值<16、对比度值<7 时, 两肺野整体偏白, 肺部各区域密度值变小。当把亮度值调整为 17~19、对比度值为 7~9, 其他后处理参数值为优化后的参数值, 两肺纹理显示清晰, 能追踪到肺野外带, 与纵隔、心尖区及横膈重叠区的肺纹理显示良好, 肺部各区域的光学密度值在参考值范围内, 符合胸片图像质量要求。本研究对患者进行床旁胸片摄影时, 注意做好患者及工作人员的辐射防护, 操作技师和同病室其他人员应远离管球阴极侧和后方区域<sup>[11]</sup>, 并严格控制照射野, 减少辐射危害。实际工作中, 建议根据胸部体厚设定管电压、管电流等摄影条件, 把优化后的后处理参数值相应地保存到多个器官程序中供其选择, 以保证图像质量和肺部各区域光学密度值。

综上所述, 后处理参数值是决定移动 DR 床旁胸片图像质量和肺部各区域光学密度值的重要因素, 合适的低密度参数值是图像质量的基础, 亮度、对比度参数是影响肺部各区域光学密度值的主要因素。通过优化后处理参数可获得移动 DR 床旁胸片肺部各区域的合理密度值, 提高移动 DR 床旁胸片的影像质量。

### [参考文献]

- [1] 张军毅, 李月卿, 章伟敏, 等. 数字摄影系统在腰椎摄影中的低剂

- 量应用探讨. 中华放射学杂志, 2007, 41(1): 19-21.
- [2] 余建明. 实用医学影像技术. 北京: 人民卫生出版社, 2015: 248.
- [3] 郭哲, 吴文娟, 钟志伟, 等. 影响床旁移动 DR 图像质量的常见因素及动态管理和控制. 河北医科大学学报, 2017, 38(2): 184-187.
- [4] 燕树林. 放射诊断影像质量管理. 杭州: 浙江科学技术出版社, 2001: 42-44.
- [5] 张立新, 刘启桐, 王树芝, 等. 特殊情况下非常规数字化 X 线摄影方式的临床应用. 中华放射学杂志, 2011, 45(3): 306-308.
- [6] 赵永霞, 秦维昌, 黄玲, 等. 成人胸部适当高电压数字 X 线摄影试验研究. 中华放射学杂志, 2010, 44(12): 1316-1319.
- [7] 吴慧钊, 张泽坤, 丁芳芳, 等. 骨盆数字断层融合辐射剂量优化. 中国医学影像学杂志, 2014, 22(3): 221-224.
- [8] 曹允希, 蔡小涛, 谢晋东, 等. X 射线胸部摄影曝光剂量与图像质量相关性研究. 中华放射医学与防护杂志, 2014, 34(3): 225-227.
- [9] 马乐, 朱明欣, 秦耿耿, 等. 胸部断层融合辐射剂量的计算和其他胸部成像方式的剂量对比. 中国介入影像与治疗学, 2017, 14(1): 50-53.
- [10] 贾红, 张晶, 高登发, 等. 不同后处理方法对 DR 图像细节显示的影响. 中国医学影像技术, 2010, 26(1): 197-198.
- [11] 朱姬莹, 徐秀芳, 彭文献, 等. X 线机房内射线空间分部及合理利用的实验研究. 实用放射学杂志, 2016, 32(7): 1109-1111.

## 《中国医学影像技术》投稿须知

**1 投稿方式** 本刊已启用编辑系统, 投稿请登陆本刊主页, 点击左上角“作者登录”进入, 首次投稿需要注册, 登录编辑系统投稿, 本刊不接受电子邮件投稿, 软盘或信件投稿。内容包括: ①作者单位推荐信和医学伦理知情同意书, 推荐信中注明无一稿多投、不涉及保密、署名无争议三项, 扫描上传; ②正文内容, 一律用宋体 5 号字, 不分栏, 页边距上下左右统一为 1.5 cm, 以 Word 格式存储; ③图片插入正文相应位置, 图号不要标在图片上, 标在图片下面, 图片下面需要注明图号、图题、图片说明, 格式为“图号 图题 图片说明”。本部通过 E-mail 告知您稿号, 请谨记稿号, 以便查询稿件情况。

**2 审稿及录用** 所有来稿均需经本刊编辑部初审、同行专家评议、作者修改, 审稿人姓名对作者保密, 投稿时作者可以提出要求回避的评审专家的姓名。本刊已启用学术不端检索系统, 凡复制比达到或者超过 15% 的文章直接退稿, 其余稿件根据本刊编委会评审意见、作者的修改情况以及论文质量等级, 在刊出前决定稿件取舍。

**3 稿件修改** 本刊编辑部通过网站编辑系统给作者发修改意见, 同时会有邮件提醒。一般情况下, 作者应于 7 天内将修改后稿件上传编辑系统。1 个月未修回的稿件将以退稿处理。依照《著作权法》有关规定, 本刊编辑部可对来稿做文字修改、删节, 凡有涉及原意的修改, 请作者在寄回校样时提出。

**4 稿件查询** ①作者投稿后 1 周末收到 E-mail 回复的稿号即为本期刊社未收到投稿, 请重新投稿; ②收到稿号后可登陆本刊网站实时查询稿件处理状态, 1 个月内未查询到稿件审理进展可以发邮件咨询; ③本刊收费通知一律以 E-mail 形式发出, 如需出具纸质通知另行联系; ④作者交纳发表费后 1 个月内未查到发票信息或者未收到发票请及时发邮件与期刊社联系。

**5 版权** 来稿文责自负, 凡投稿者, 即视为同意本刊编辑部将稿件以纸质载体、光盘载体及网络版形式出版。寄回校样的同时请从本刊主页“下载中心”栏目中下载“版权转让协议”, 签字并寄回。

**6 收费** 作者在收到交纳审理费通知后须及时交纳审稿费 60 元。稿件一经录用, 即收取发表费, 刊印彩图者, 需加付彩图印制工本费。1 个月内不寄款者, 本刊将按退稿处理。

**7 赠刊及稿酬** 论文见刊后, 本刊将向第一作者邮寄两本赠刊。本刊按国家规定向作者支付稿酬, 为一次性稿酬, 纸质载体、光盘载体及网络版形式形式刊载文章的稿酬合并计算。如第一作者变更通信地址, 请及时更改注册信息同时邮件通知编辑部。

**8 本刊邮箱** cjmit@mail.ioa.ac.cn

**9 本刊网址** www.cjmit.com

**10 地址** 北京市海淀区北四环西路 21 号(中科院声学所)大猷楼 502 室, 《中国医学影像技术》期刊社, 邮政编码 100190。电话: 010-82547901/2, 传真: 010-82547903